

INFLUENCIA DEL DESARROLLO AGROTECNOLOGICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZUCAR EN LA ARGENTINA

CONFERENCIA

DEL ACADEMICO CORRESPONDIENTE

Ing. Agr. Edmundo A. Cerrizuela

1) INTRODUCCION

La productividad actual de la caña de azúcar en la Argentina es en gran parte el resultado de un permanente afán por crear, desarrollar e incorporar tecnologías que afiancen su progreso.

Dentro de ese propósito, pueden encontrarse numerosos y sorprendentes antecedentes históricos que fundamentan lo aseverado.

Pocos cultivos en el país y aún a nivel mundial, fueron objeto de tan variados y profundos estudios como la caña de azúcar, de tal manera, que la bibliografía sobre esta especie presenta tratados específicos sobre Genética, Fisiología, Historia, Nutrición, Mecanización, Política, Legislación y otros, creándose así, verdaderas especializaciones dentro de los diversos aspectos que componen su sistema de producción.

El objetivo de esta conferencia es relacionar la evolución de las tecnologías aplicadas al cultivo de la caña de azúcar desde 1917 hasta 1985 con los niveles de producción de caña por hectárea, azúcar por ha. y rendimiento fabril, obtenidos en ese período, revisando asimismo antece-

denes históricos al respecto desde 1767.

Para esos efectos, se establecieron tres sub-períodos de Desarrollo Tecnológico, en base a hechos relevantes que originaron cambios de importancia en la historia de la productividad de la caña de azúcar en el país y que son los siguientes:

Primer subperíodo: 1917 - 1941

Segundo subperíodo: 1942 - 1960

Tercer subperíodo: 1961 - 1985

En ellos se considerará la incidencia sobre la producción de:

- Variedades.
- Técnicas de plantación.
- Técnicas de cultivo secundario*.
- Fertilización.
- Riego.
- Sistemas de cosecha y transporte.

2) ANTECEDENTES HISTORICOS:

La revisión histórica revela el afán de mejorar la producción de caña de azúcar puesta de manifiesto aún antes del comienzo de su expansión y afianzamiento, de la que son un ejemplo las "Instrucciones para el cuidado y la explotación de las haciendas sequestradas e instrucciones a la Junta de Administración" referentes a la expulsión de los Jesuitas en 1767 que dicen textualmente: "Cañaveral Yt. que luego después de la primera helada, se empieza a cosechar la caña y conforme se fuese cortando, se entra a moler en el trapiche, pues de ese

* El "Cultivo secundario" corresponde a las labores culturales anuales diferenciándose del "primario" que corresponde al laboreo del suelo previo a la plantación.

modo rinde y da mucho caldo y dilatando esta diligencia se seca y merma la mitad en muchas maneras. Que conforme se va cortando se vaya tapando con tierra los troncos o raíces de la caña con la hojarasca para preservarla de los yelos y pasados éstos se descubre, desyerba y se afloja la tierra y se riega, cuidando siempre de mantenerla siempre con mucha limpieza, por ser preciso beneficio, para que se críe alta y gruesa la caña y se multiplique, regándola a sus tiempos, desyerbándola de continuo".

"Que en el propio tiempo del corte se siembre toda la que saliese delgada y corta y las puntas de las otras para ir aumentando".

Otro antecedente interesante lo constituye la preocupación del Obispo Colombres, en la etapa fundacional de la industria azucarera argentina, por conseguir mejores "variedades" de caña. En efecto, sus primeros cultivos se realizaron con la denominada "Española", muy sensible a las heladas y bajo contenido de fibra, es decir más apta para el consumo directo (chupar) que para la industria. Posteriormente, el Obispo Colombres introdujo la caña "Morada" y "Morada Rayada" que era más rústica y con mayor contenido de fibra. Sin embargo, las referencias históricas no son precisas, tal como lo expresa Schlee (56). Otro documento muy ilustrativo lo constituye el estudio de Vergara y Pichetti (60), C. Mur, citado por Granillo (4) en 1870 que dice: "La Industria de la caña de azúcar es hoy la más importante, la que requiere mayor capital y la que ocupa mayor número de operarios. Ella está ya entre nosotros en camino de perfeccionar sus productos y producir al empresario un tercio más de lo que hoy produce".

El citado, Granillo (41) describe detalladamente en 1872 las técnicas de plantación y cultivo de la siguiente manera: "la caña se planta en surcos paralelos distantes uno de otro de una vara (0,835 m) hasta 9 codos (1,95 m). Hasta hace poco los surcos se hacían con azada y de una profundidad de una tercia (0,278 m); hoy se hace con arado y se planta casi a la superficie... con mayor resultado en cuanto al macollo de la planta".

Respecto al cultivo (secundario) dice: "terminada la cosecha en Agosto

o Septiembre, se da fuego a la hoja que ha quedado en los cercos y después un riego general. Luego se desaporca la cepa (se quita la tierra) para que reciba aire y sol". Cuando los brotes han comenzado a desarrollarse, "se da un aporque delgado a pala matando toda la yerba, luego siguen los aporques hasta tres..." "Una vez que la planta se ha levantado a una altura tal que se unan las hojas, cerrando las calles que forman los surcos, se guardan palas y demás instrumentos de labranza y se cuida únicamente el riego que en los intervalos de las operaciones anteriores se aplican también". "Se reproduce hasta los 14 y 16 años en que principia a ralear y es recomendable renovar, dejando 1 ó 2 años ocioso el terreno".

En 1760 Dn. Adrián Fernández Cornejo, fundador del Ingenio San Isidro (Salta), aún en funcionamiento, hizo traer del Perú "las mejores cañas experimentadas en aquellas tierras" (27).

Otro antecedente es el informe escrito por el Dr. Julián Gregorio de Zegada, descendiente del precursor de la Industria Azucarera de Jujuy, Coronel Gregorio de Zegada, respecto a "Métodos de Cultivo y Elaboración de la Caña de Azúcar usados antes de 1847", (56).

Respecto a la plantación dice: "La caña sin pelar se planta... a lo largo con la punta algo levantada... se emplea miel o azúcar... mientras un peón va colocando los cogollos, otro los cubre con una capa de tierra de 0,05 m. de espesor".

Expone asimismo las características del sistema de riego y su importancia en pre-plantación y posterior cultivo. Destaca la importancia del deshierbe para "no dejar ahogar la planta por la maleza, hasta que la caña haya crecido lo suficiente para defenderse a sí misma". Estas operaciones se hacían manualmente con pala o azada.

Sobre las variedades, Zegada dice que se cultivaban dos: "la Blanca, y la Morada. La Blanca, que llaman de la India es la Otahiti (Otaheiti), la Morada es la negra de Jamaica, Batavia o caña violeta de Otahiti". Dice también que "la Blanca se usa para chupar. La Morada es más chica pero de más resistencia y más dulce

y se emplea para elaboración de azúcar o aguardiente".

En 1860, Juan A. Fernández Cornejo, descendiente del fundador de la Industria Azucarera Salteña introdujo los primeros arados belgas de hierro para el cultivo de sus cañaverales, demostrando en general, su interés por el progreso de la agricultura cañera. Schlee (56) en el capítulo "Formación de la Industria Azucarera 1876-1894" destaca la importancia del riego en la producción expresando que: "el riego no fue olvidado tampoco y las viejas acequias trazadas al azar, fueron transformándose en canales modernos hasta convertir a la provincia (Tucumán) en el ejemplo más destacado en la posesión de obras de este género, conjuntamente con Mendoza.

En 1876, con la llegada del ferrocarril a Tucumán, comienza un período de modernización y afianzamiento de la industria azucarera. Schlee (56) informa detalladamente sobre las tecnologías de producción de caña de aquella época que resumidamente son las siguientes: las variedades eran la Blanca, la Española, la India, la Morada y la Morada rayada, de las cuales, esta última era la más cultivada.

La plantación se hacía de mayo a setiembre; el suelo se preparaba con varias rejas de arado de acero tirado por bueyes.

El surcado se hacía a pala o con pala y arado; a fines de siglo se introdujo el "surcador" o arado de doble vertedera.

La distancia entre surcos era de 2 m. a 2,60 m.; se cultivan los entre-surcos con arados livianos y rastras de dientes tiradas por bueyes o mulas. El deshierbe de la línea de caña se hacía a mano o con pala. Cuando la caña tenía una vara (0,835 m.) de altura se daba un aporque. Se aconsejaba regar. La cosecha se realizaba entre el 15 de junio y el 15 de noviembre; la caña debía ser cortada "muy bajo" para evitar el "efecto de las heladas"; se deshojaba, despuntaba y se hacían montones que el pelador llevaba luego a la cabecera del surco para ayudar a cargar. Se transportaba en carros con ruedas de madera y llantas de hierro, tirados por bueyes o mulas. La caña duraba de 10 a 12 años antes de ser renovada.

Las producciones por hectárea que se obtenían en 1882, según el "informe oficial estadístico sobre la producción de azúcar en Tucumán y demás provincias del norte" eran de 50,20 toneladas de caña por hectárea con rendimiento sacarino de 5,5 a 6,5 % de su peso. Otro informe oficial de 1884, da una producción de 57,62 toneladas de caña por hectárea con un 6 % de azúcar. En una circular del Departamento de Irrigación de la Provincia de Tucumán de 1891, se cita una producción de 50 toneladas de caña por hectárea, con 6 % de rendimiento de azúcar.

En 1898 la Revista Azucarera (6) refiriéndose a la cosecha futura de 1899, comenta el "poco a ningún cultivo que desde dos años a esta parte se viene haciendo a las cañas dan por resultados ulteriores la pérdida de las cepas" como explicación de las malas perspectivas de producción.

Otra actitud que muestra el interés por el mejoramiento de la producción, fue la decisión del Centro Azucarero Argentino en 1898 de importar de Natal (Sudáfrica) 200 toneladas de "caña semilla" para "sustituir a la criolla (morada o morada rayada) muy atacada por el 'polvillo'", (enfermedad producida por *Xantomonas rubrilineans* que destruye el brote terminal).

En 1907, el Ministerio de Agricultura de la Nación, introdujo del Brasil, del Instituto de Campinas, 70 variedades de caña. En 1908, siendo Gobernador de Tucumán Don Luis Nougues, se introdujeron de Java, 6 variedades obtenidas allí por hibridación.

En 1909, dice Simois (57) Director de la Escuela Nacional de Agricultura de Tucumán "pudimos observar que una de esas variedades, la P.O. Java 234 resistía mucho más que la 'morada' y 'rayada' a las heladas". En 1912, dicha escuela, que tenía una amplia colección de variedades, distribuyó, "caña semilla", gratuitamente en Tucumán, Salta, Jujuy, Santa Fe, Chaco y Misiones.

En 1907 se crea la Estación Experimental Agrícola de Tucumán (que inició sus actividades a fines de 1909), durante el Gobierno de don Juan Luis Nougues, por iniciativa del Dr. Alfredo Guzmán ante la marcada decadencia de los cultivos. Su obra fue exal-

tada entre otros por Schlee (55) que considera a esta creación como "la obra más trascendental acometida en el norte del país, para impulsar su progreso...".

En 1914, se crea la Universidad Nacional de Tucumán por iniciativa del Dr. Juan B. Terán quien en esa oportunidad expresó: "Es tendencia moderna de la Universidad constituirse en un lugar de investigaciones experimentales y positivas, registrando en su campo, la repercusión natural de la revolución de métodos a que se reduce en el fondo, la transformación científica del siglo pasado" (58).

De esta apretada revisión histórica surgen algunos puntos relevantes sobre el comienzo y desarrollo de la tecnología de producción de caña de azúcar, que aunque signados por el empirismo marcan claros designios sobre la importancia del mejoramiento de los sistemas de producción.

En efecto, la preocupación por el aspecto varietal, está claramente expresada desde fines del siglo XVIII; la importancia preponderante del riego, está documentada desde la época de los Jesuitas; el control de malezas, constituye un objetivo relevante de las prácticas culturales; las técnicas de plantación incluyendo distancia entre surcos, su profundidad, espesor de la cobertura de tierra y otros detalles, indican el interés que despertó desde sus inicios esta práctica; también las observaciones de los Jesuitas sobre el hoy llamado "deterioro por estacionamiento" denotan inquietudes tecnológicas.

Esta revisión de antecedentes históricos, que merecen un tratamiento aun más profundo, termina en el año 1916, con la denominada "degeneración" de las variedades "criollas" (*Saccharum officinarum* L.) que hasta entonces se cultivaron y con el advenimiento de periodos de tecnificación que marcaran el derrotero de la producción azucarera argentina hasta el presente.

3) SUBPERIODOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO:

3.1. SUBPERIODO 1917-1941

Aunque desde 1907 se registran los primeros enfoques de desarrollo tec-

nológico de los problemas de la producción de caña de azúcar, con la entrada de variedades híbridas a Tucumán para ser estudiadas en la naciente Escuela Nacional de Agricultura (hoy Escuela de Agricultura y Sacarotecnia de la Universidad Nacional de Tucumán), la iniciación de las actividades de la Estación Experimental Agrícola en 1909 marcará el comienzo del tratamiento científico de los numerosos factores que influyen sobre la producción de la caña de azúcar.

De acuerdo a lo establecido en el punto 1. de este trabajo, consideraremos en primer lugar las variedades.

3.1.1. Variedades

Desde 1906, se observaba una marcada disminución en los rendimientos de la caña de azúcar por hectárea. Esta disminución, se atribuyó fundamentalmente a una degeneración de las variedades que entonces se cultivaban, producida por la enfermedad vírica denominada "mosaico" (SCMV). De esta manera llegaba a su fin el clutivo de las cañas "criollas", que según Deer (26) se cultivaron en el mundo durante 1200 años.

Este problema fue solucionado por los híbridos de Java POJ 36, POJ 213 y POJ 234 que no sólo eran tolerantes al mosaico, sino que también tenían mayor resistencia a las heladas que las "criollas", lo que dio como resultado que en el Censo de 1928 ocuparan el 93 % de la superficie total.

Pero al mismo tiempo que se difundía el cultivo de esas variedades, la E.E.A.T. por obra de Cross (17), comenzaba en 1917 la selección de las "Tucumanas de Semillero", que se obtuvieron de semilla botánica procedente de Barbados. También se inició con la colaboración de los cañeros de Salta y Jujuy, un plan para obtener semilla partiendo de la floración natural de esa zona. Estas actividades conjuntamente con la importación de variedades de otros países, habrían de tener capital importancia en el siguiente periodo.

3.1.2. Técnicas de plantación

En este subperíodo se definieron algunos aspectos importantes en la téc-

nica de plantación, tales como la preparación profunda de los suelos, la época de plantación estival que tiene grandes ventajas sobre las épocas tradicionales (invierno y primavera), la distancia entre surcos (1,80 m.), y las condiciones que debe reunir la "caña semilla".

También se registran los primeros pasos en la tractorización ya que en 1910, algunos ingenios usaron "arados a vapor" que se tiraban con cables, así como grandes arados y rastras. También se usaron, alrededor de 1917, tractores con llantas de hierro, impulsados con motores a alcohol (23).

3.1.3. Labores de cultivo secundario

Este subperíodo se caracteriza por la transición paulatina de los sistemas manuales de cultivo a los sistemas mecanizados con tracción "a sangre" y la iniciación del uso de tractores (17) (53).

Los trabajos experimentales de la EEAT, permitieron aconsejar diversos tipos de máquinas, tales como: rastra de discos reversibles para descostillar y aporque, cultivadores tipo Planet y Horner, para el laboreo de los entresurcos o trochas. También se recomendó la utilización de podadoras de cepas y de "escarbadoras" de cepas para realizar el cultivo de la línea del surco.

Se difundieron los principios básicos de la agricultura de secano (Dry farming) y de la rotación de cultivos.

En Santa Ana (Tucumán) se utilizaron tractores a alcohol con varias máquinas acopladas para descostillar, podar y escarbar cepas. En 1930 algunos cañeros e ingenios usaron tractores para trabajos de cultivo.

Respecto al control de malezas, la EEAT, aconsejó diversos procedimientos para "extirpar" el *Sorghum halepense* (L) (Pers) (25) y combatir la grama Bermuda *Cynodon dactylon* (L) Pers) (22). También difundieron prácticas que se realizaban en Hawaii sobre el uso del arsenito de sodio para controlar malezas, pero no se hicieron ensayos en nuestro medio.

3.1.4. Fertilización

Los ensayos con fertilizantes, se iniciaron en 1910 y continuaron hasta

1914 (54), habiéndose obtenido hasta entonces, resultados negativos. Posteriores trabajos que concluyeron en 1916, atribuyen a la "degeneración" de las cañas criollas la falta de respuesta a los abonos, salvo el caso del sulfato de amonio y el Nitrato de sodio, en dosis de 60 kg. de N por ha., que produjeron aumentos de producción de 18 y 20 por ciento respectivamente.

El fósforo y el potasio no dieron resultados positivos habiéndose decidido en 1918, suspender los ensayos con dichos elementos fertilizantes (19).

También se ensayaron abonos orgánicos como el estiércol a 200 kg/por surco de 100 mts.

Posteriores trabajos experimentales, ratificaron el efecto favorable de los abonos químicos nitrogenados, así como los de la cachaza, vinaza y cenizas de horno especialmente en caña soca.

Sin embargo, el precio del sulfato de amonio hacía que los incrementos de azúcar por hectárea obtenidos, no cubrieran su costo, por lo que su utilización no se extendió suficientemente hasta fines de este período (1942).

3.1.5. Riego

Durante este subperíodo se aconsejó insistentemente la conveniencia del riego para incrementar la producción.

Se realizaron investigaciones sobre los siguientes temas:

- Resistencia a sequía de las variedades;

- Respuesta de las variedades al riego;

- Cantidad de agua para conseguir los mayores rendimientos;

- Efecto de regar y no regar en diferentes estaciones del año;

- Uso económico del agua de riego.

Los resultados no fueron concretos, sin embargo se dictaron algunas normas que podrían calificarse de empíricas ya que no diferían de las que rigieron la producción en el siglo pasado.

3.1.6. Sistema de cosecha y transporte

Durante este subperíodo la cosecha siguió siendo manual. La EEAT, difundió resultados, casi todos negativos, del uso de máquinas cosechadoras.

ras en otros países del mundo (15) (24).

Se realizaron investigaciones sobre la quema de los cañaverales para eliminar la hojarasca, encontrándose que la caña así tratada, resultó "enteramente conveniente para la fábrica".

Se evaluó la importancia del deterioro por estacionamiento o pérdida de calidad de la caña por demora en molerse (10) (14) (20), alertando sobre las diferencias varietales al respecto y aconsejando la molienda de caña con no más de 24 horas de cortada.

En cuanto a transporte, se generalizó el uso de carros de madera, con llantas de hierro, tirados con mulas, en lugar de carretas traccionadas por bueyes que se usaban antiguamente.

Desde el punto de vista tecnológico, los aportes realizados en este subperíodo, constituyeron las bases del progreso futuro de la producción azucarera argentina, ya que, aun en nuestros días, continúan vigentes, aunque sin total aplicación, muchas de las normas difundidas entonces, que, si bien algunas de ellas eran empíricas, otras están fundamentadas científicamente.

3.2. SUBPERÍODO 1942-1960

3.2.1. Variedades

En el ciclo de cultivo 1940-41, apareció la enfermedad del "carbón" (*Ustilago scitaminea* S.) en focos aislados y en el correspondiente a 1941-42, "estalló" (49), involucrando especialmente a la variedad más cultivada es decir, POJ 36, y sus mutaciones. También la epifitia desatada comprendió a muchas Tuc. de semillero e importadas.

Afortunadamente, los trabajos intensos realizados en la EEAT, desde 1917, permitieron contar con material resistente a la enfermedad, lo que posibilitó que en 1944 se sustituyera el 78 % de la POJ 36 por otras: Co 290, POJ 2725, POJ 2878, Tuc. 1111, Tuc. 2622, Tuc. 2645, Tuc. 2683, C.P. 29-116.

El Censo Agropecuario de 1957, mostró que el 37 % de la superficie estaba plantada con Tuc. 2645, siguiéndole Co. 421, Tuc. 1149 y otras. Sin embargo, Tuc. 2645, era muy sus-

ceptible a las heladas y Co. 421 de maduración muy tardía, lo que determinó al final de este período la difusión intensa de otras variedades, tales como C.P. 34-120 y C.P. 43-74, que eran de maduración más temprana y más resistentes a las heladas.

3.2.2. Técnicas de plantación

En este lapso, no se registran adelantos tecnológicos de importancia, salvo la creciente tractorización en la preparación del suelo.

3.2.3. Labores de cultivo secundario

Como en el punto anterior, la mecanización de los trabajos de cultivos con tractores con levante de tres puntos y bastidores portaherramienta que permiten realizar todas las labores de cultivo, se incrementó considerablemente. Sin embargo, continuaron realizándose en aproximadamente la mitad de la superficie plantada, labores manuales y con tracción animal (25). Se publicó un libro sobre métodos de cultivo (51).

El mayor progreso de esta época lo constituye la iniciación del uso de herbicidas y los estudios de matoecología, (6) (1) que servirían de base para la evaluación económica del cultivo químico y que siguen vigentes como el fundamento del enfoque ecológico del manejo de los cultivos.

3.2.4. Fertilización

No se produjeron progresos respecto a los conocimientos sobre fertilización nitrogenada, prevaleciendo asimismo hasta los primeros años de este período el problema de los precios de los fertilizantes solubles. A fines de la década del 50, se fertilizaba aproximadamente el veinte por ciento de la superficie cultivada (32).

En esta época se generalizó el uso de máquinas abonadoras traccionadas por mulas.

3.2.5. Riego

Se continuó señalando la importancia del riego para incrementar la producción, divulgándose directivas de origen empírico. En Tucumán había cada vez menos posibilidades de rie-

go, por deterioro acelerado de obras públicas y privadas que en algunos casos fueron verdaderos modelos.

3.2.6. Sistema de cosecha y transporte

Sobre cosecha no hubo cambios. En lo referente a transporte, se introdujeron y generalizaron los carros metálicos con neumáticos para 3 tn. y los camiones con acoplados que transportaban de 20 a 30 tn. en cada viaje desde cargadero o estación de trasbordo, hasta el canchón de los ingenios, desplazando gradualmente al ferrocarril público en esta tarea.

En la década del 40, el Ingenio San Martín de Tabacal (Salta) y Bella Vista (Tucumán) introdujeron cosechadoras mecánicas tipo Luisiana cuyo uso no se extendió por diversas razones.

En lo referente a investigación científica y generación de tecnología, este subperíodo es el más pobre de los analizados.

En efecto, la renuncia del Dr. Cross en 1946 quien lamentablemente no dejó discípulos, originó un período de virtual paralización de la EEAT en el área azucarera que se extendió hasta fines del subperíodo que comentamos.

Sin embargo, se registran en esta época, algunas creaciones que habrían de incidir marcadamente en el mejoramiento de la producción hasta nuestros días.

En 1946 se creó la Estación Experimental de Villa Alberdi, dependiente del Ministerio de Agricultura de la Nación, que pasó en 1956 a depender del recientemente creado I.N.T.A.

En 1955 se creó el Campo Experimental del Ingenio Santa Lucía. En 1951, los ingenios de Salta y Jujuy instalaron la "Chacra Experimental Agrícola de Santa Rosa" y en 1957, la Facultad de Agronomía de la U.N.T., creó la cátedra de Caña de Azúcar.

Comienza en esta época, la formación e incorporación de técnicos universitarios argentinos a la investigación y extensión de temas cañeros.

3.3. SUBPERÍODO 1961-1985

3.3.1. Variedades

Este subperíodo se inicia con el establecimiento de un programa permanente de mejoramiento genético, a

desarrollarse íntegramente en el país.

En 1961 se obtuvieron en la EEAT, los primeros veinte "sudlings" provenientes de semillas verdaderas a partir de plantas con iniciación floral natural provenientes de Colonia Santa Rosa (Pcia. de Salta), tratadas en invernáculos con temperaturas adecuadas.

En 1962, se estabilizó el programa de mejoramiento con la producción de 15.000 plantines en base al mismo sistema explicado anteriormente.

En 1963, se logra inducir floración artificialmente, mediante control del fotoperíodo (2), completándose así los procedimientos para obtener nuevas variedades que prosiguieron hasta la actualidad.

En 1960, la variedad más cultivada era Tuc. 2645; en 1963 lo era C.P. 34-120. Desde 1965 en adelante lo fueron NA 56-79, NA 56-30, NCo. 310 y C.P. 48-03. La encuesta de 1976, indica que NA. 56-79, era la variedad más difundida en la provincia de Tucumán, situación que se mantiene hasta el presente seguida de NA. 63-90.

Las variedades Tuc. 68-18 y Tuc. 68-19 adquirieron cierta relevancia.

En 1972, se iniciaron en la Facultad de Agronomía y Zootecnia investigaciones sobre obtención de nuevos clones a partir de tejidos somáticos por cultivo de tejidos "in vitro" (3) que dieron como resultado la selección y multiplicación de tres subclones de NA. 56-79 y uno de NA. 63-90, con aparente resistencia a "carbón".

En 1977, la EEAT (46) expresa la "definición de una filosofía madura y propia del mejoramiento genético" y la "concepción de una tecnología diseñada para el mejor aprovechamiento de las posibilidades y la satisfacción plena de las necesidades locales". Para ello, comienza a realizar la selección en diferentes localidades (antes se hacía en la EEAT solamente) y quintuplica el número de ensayos regionales. Se busca asimismo la ampliación de la base genética, introduciendo masivamente material de otros países, lo que incluye algunos clones de *Saccharum spontaneum* portadores de germoplasma para resistencia a heladas y "mosaico".

Se profundizaron asimismo investigaciones sobre inducción fotoperiódica de floración y su sincronización

entre variedades que responden a fotoperíodos diferentes.

Por otra parte, los criterios de selección también fueron modificados radicalmente en base a estudios iniciados en 1968 en la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la U.N.T., continuados en la EEAT (45).

Posteriormente la EEAO, puntualiza sus dificultades y progresos en el mejoramiento de caña de azúcar (48) diseñando los fundamentos definitivos de su programa fitotécnico en lo referente a: floración, cruzamientos, selección y multiplicación de semilla.

Por su parte INTA, en 1962, inició en la Estación Experimental Agropecuaria de Famaillá (Pcia. de Tucumán), la producción de variedades Fam (Famaillá) a partir de semilla sexual importada y de Colonia Santa Rosa, que sufrió interrupciones y retomó su ritmo en 1977.

Durante este período, continuó su programa la Chacra Experimental de Santa Rosa (Salta) produciendo las variedades NA. (Norte Argentino) con material importado y de la EEAO, debiéndose aceptar que "ella fue la principal responsable del cambio varietal que se realizó en el país, ya que el 90 % del material actualmente cultivado, ha sido producido en ella" (35). Actualmente realiza cruzamientos bajo condiciones controladas en sus propias instalaciones.

3.3.2. Técnicas de plantación

Durante este lapso se cimentó la tractorización en la preparación de suelos, incorporándose en algunos casos maquinaria pesada (La Esperanza - Jujuy).

Se realizaron nuevos aportes en lo referente a distancia de plantación así como a épocas. Se adoptaron las distancias de 1,50 m. - 1,60 m. y se ratificó experimentalmente la conveniencia de la plantación de verano (33) (34) (44).

Al final del período que tratamos se realizaron nuevos ensayos sobre distancias, teniendo en cuenta la producción de biomasa, desde el punto de vista de la producción de energía.

Otro aporte de importancia, fueron los estudios sobre mecanización de plantación (9) (11).

Se efectuaron asimismo, determinaciones experimentales sobre la brotación en relación a tratamientos con insecticidas, fungicidas agua y aire caliente, urea y herbicidas.

3.3.3. Labores de cultivo secundario

Se continuaron y profundizaron los estudios sobre control químico de malezas, especialmente en la Universidad Nacional de Tucumán a los que se incorporó la EEAT en la década del 70. Se intensificaron los estudios matocológicos y matobotánicos así como de control de malezas específicas tales como *Sorghum halepense* (L) Pers, *Panicum maximum* Jacq, *Cynodon dactylon* (L) Pers, *Setaria leiantha* Haebel, *Digitaria sanguinalis* (L) Scopoli, *Cyperus rotundus* (L), *Syntherisma tenax* Cogniaux y otras.

Las investigaciones sobre este tema dieron origen a numerosos trabajos (4) (7).

Se generalizó la mecanización de las labores con equipos múltiples que permitían disminuir el número de pasadas del tractor por cada surco. Se incorporó el subsolado de trochas y posteriormente el laboreo con arados de cincel.

Se evaluaron algunas labores mecánicas especiales (12). Se introdujo también, a través de trabajos experimentales, el concepto de "sistemas" de cultivo (12), que implicaba una evaluación integral de las diversas tareas que lo componen.

3.3.4. Fertilización

Se continuaron realizando ensayos de fertilizantes NPK, cuyos resultados ratificaron los obtenidos 30 años atrás (23).

En 1964, la EEAT, inició trabajos sobre uso del diagnóstico foliar en caña de azúcar, conjuntamente con la F.A. Z.U.N.T., profundizándose en la primera sobredosis, ubicación y época de aplicación, su relación con el riego y otros temas, que permitieron ofrecer un panorama completo sobre el uso y posibilidades de esta tecnología.

Se efectuaron asimismo, investigaciones sobre efectos de la salinidad y el drenaje de los suelos sobre la producción de caña de azúcar.

Se repitieron en algunos casos, con nuevos enfoques ensayos sobre uso de cachaza y vinaza como fertilizantes.

3.3.5. Riego

Los aportes más importantes constituyeron los resultados obtenidos en la EEAT, entre los años 1963-1970 sobre uso consuntivo de agua en base a las determinaciones de evapotranspiración en lisímetros; periodicidad de riego con placas de yeso, riego y fertilización, lo que significó la elaboración y puesta a punto de tecnologías de alto impacto en la producción (36) (40).

3.3.6. Sistemas de cosecha y transporte

Tal como dijimos anteriormente, en la década del 40 los ingenios San Martín de Tabacal (Salta) y Bella Vista (Tucumán) importaron las primeras cosechadoras, que no llegaron a utilizarse intensivamente.

En 1961 el ingenio Los Ralos (Tucumán) y Las Palmas (Chaco), comenzaron la importación de equipos de tipo apilador (Louisiana) incluyendo las cargadoras hidráulicas. En 1964 había 35 cosechadoras y 40 cargadoras trabajando en Tucumán.

En 1963 el ingenio "La Esperanza" (Jujuy), instaló un sistema semimecanizado tipo hawaiano que aún hoy continúa en operación, que incluye una planta de lavado pre-molienda.

En 1964 empezaron a difundirse cortadoras simples de fabricación tucumana (10) y cargadoras hidráulicas del mismo origen. A fines de la década del 60 comenzaron a introducirse máquinas combinadas habiéndose realizado evaluaciones sobre capacidad de trabajo y cálculo de costos operativos (12) (28).

Se establecieron así tres tipos de cosecha: manual, semi-mecánica y mecánica. A principios de la década del 80, el 20 % de la cosecha se hacía mecánicamente, el 20 % semi-mecanizada y el 60 % manual.

Los problemas de la materia extraña que acompaña la caña cosechada mecánicamente, fueron estudiados ampliamente, así como los problemas del deterioro post-cosecha en cañas

quemadas y sin quemar, troceadas o enteras.

La cosecha y calidad de caña helada fue asimismo objeto de estudios detallados, lo mismo que la desecación química, que en Tucumán no dio resultados satisfactorios, pero sí en Jujuy y Salta.

Se hicieron evaluaciones de cañas florecidas y caídas.

En lo que a transporte se refiere, el sistema de paquetes atados con cadenas, fue reemplazado parcialmente por el transporte a granel en carros y acoplados de descarga lateral y en menor escala, con mallas de cables o cadenas.

En 1978 el 39 % se transportó a granel y el 62 % en atados. En la actualidad, probablemente el 50 % de la caña se carga y transporta a granel.

En general, en esta época se produjo la incorporación de un importante número de egresados de la Universidad Nacional de Tucumán a las Instituciones de Docencia e Investigación así como a las grandes empresas azucareras de Tucumán, Salta y Jujuy y también a la actividad azucarera de Santa Fe, Chaco y Misiones de egresados de la Universidad Nacional del Nordeste.

Se realizaron numerosas reuniones técnicas, con participación y asistencia de productores.

Algunos especialistas argentinos, se proyectaron al plano internacional en Congresos, Simposios y otros tipos de reuniones técnicas, habiéndose realizado acuerdos y convenios con prestigiosas instituciones de investigación de países azucareros de tecnología avanzada.

El intenso intercambio de información se completó con un mayor intercambio de material genético de caña de azúcar.

La producción de material bibliográfico argentino se intensificó notoriamente.

4) PRODUCTIVIDAD Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

La influencia del desarrollo agrotecnológico sobre la productividad de caña de azúcar en los subperíodos ya especificados pueden establecerse a partir del estudio de las curvas de producción de: toneladas de caña por

hectárea; rendimiento fabril por ciento de caña y toneladas de azúcar por hectárea en relación a los aportes por generación, desarrollo y aplicación de tecnología.

La bibliografía registra pocos antecedentes sobre este tema, (8), (25), (47), (50), (59), asociando la mayoría de ellos solamente el aspecto varietal con los rendimientos sacarinos y en otro caso, al impacto del clima sobre la variación de esos rendimientos fabriles, cuya fluctuación anual se debe en un 42,1 % a dos parámetros climáticos, temperaturas en el mes de mayo y a temperaturas mínimas absolutas (50).

Esto significa que el 57,9 % de dichas variaciones deben ser explicado principalmente mediante la interpretación de la información histórica, sobre la evolución de las más importantes tecnologías estrechamente relacionadas con la producción.

Es necesario recalcar, que la evolución completa del progreso de la producción de caña de azúcar requiere considerar las curvas de "toneladas de caña por hectárea", "rendimiento fabril por ciento de caña" y finalmente "toneladas de azúcar por hectárea", y no solamente la segunda, que es muy importante pero no permite reflejar adecuadamente la solución total.

Cabe hacer notar, que la estadística azucarera argentina adolece de fallas. Sin embargo, es un material oficialmente reconocido para diversas finalidades por lo que en ella, me apoyaré para sustentar mi tesis.

Se han elaborado gráficos de los tres aspectos señalados al comienzo, tanto para Tucumán, como para el país habiéndose determinado las ecuaciones de regresión lineal para la totalidad del lapso analizado (1917-1985) así como para cada uno de los subperíodos considerados, lo que permite efectuar las siguientes consideraciones.

4.1. CAÑA POR HECTAREA

El gráfico 1 muestra la tendencia de la producción de caña/ha. del país durante todo el período, señalando un incremento anual de 302,70 kg. de caña. El gráfico 2, muestra que el in-

cremento anual en Tucumán durante el mismo lapso, fue de 187,03 kg/ha.

Las razones de esta diferencia, radican principalmente en la utilización del riego y las mejores condiciones climáticas de Salta y Jujuy (temperatura y radiación solar) que influyeron decisivamente sobre las magnitudes a nivel de país. También debe señalarse para la zona nombrada la aplicación de tecnologías tales como control químico de malezas, y fertilización que por las características de tenencia de la tierra y organización empresarial, fueron aplicadas masivamente. Tucumán con sus 15.000 productores cañeros, muchos de ellos minifundistas no pudo adoptar en general los mismos niveles tecnológicos.

La incidencia de los cambios varietales, fue menor que los aspectos mencionados anteriormente si se tiene en cuenta que Salta y Jujuy, cultivaron prácticamente las mismas variedades que Tucumán ante distintas proporciones.

4.1.1. Primer subperíodo (1917-1941)

En cuanto a este subperíodo, Tucumán muestra una tendencia a la disminución por hectárea, frente a un ligero incremento del país en general (gráficos 1 y 2). Cabe destacar que la producción por hectárea en este subperíodo fue más alta que en el segundo, a pesar de haberse iniciado con la crisis producida por el "mosaico" (virus) que afectó en ambos casos a las variedades denominadas "criollas" (*Saccharum officinarum*) a lo que debe agregarse el efecto negativo de las heladas (más rigurosas en Tucumán) especialmente en el primer tercio del lapso considerado.

Por consiguiente, surge la influencia marcada de los aportes tecnológicos realizados por la EEAT, que beneficiaron a todo el país, relacionados en este caso muy estrechamente con el cambio varietal, los mejoramientos de técnicas de plantación y cultivo, así como la incorporación progresiva de los fertilizantes nitrogenados, que ya habían sido aconsejados en el transcurso de este subperíodo. De todos modos es evidente que no se adoptaron en suficiente medida las tecnologías puestas a punto en el subperíodo.

4.1.2. Segundo subperíodo (1942-1960)

En este subperíodo, se registraron en Argentina y Tucumán, los más bajos rendimientos de caña/ha. en relación al lapso total (1917-1985).

Los factores que influyeron predominantemente fueron: la enfermedad del "carbón" (*Ustilago scitaminea* S.) y las condiciones climáticas desfavorables, especialmente heladas en el caso de Tucumán.

Puede inferirse además, que existió un evidente retroceso en cuanto a las técnicas de plantación y cultivo, ya que como lo afirman algunos autores, se plantaban en esa época, variedades de "gran tonelaje por hectárea" (31), (42), refiriéndose seguramente entre otras a Co. 421 y C.P. 29-116 las que deberían haber originado altas producciones de caña/ha. Al final del periodo se notó una mejora que puede atribuirse a la difusión de nuevas variedades (C.P. 34-120), al incremento de la tractorización de los cultivos que permitía hacer controles de malezas más oportunos, a mejores plantaciones y en general, a la creciente incorporación del criterio técnico a la explotación comercial.

4.1.3. Tercer subperíodo (1961-1985)

En el 3er. subperíodo se notan los más altos niveles de producción de caña por hectárea respecto al lapso total (1917-1985).

La contribución del cambio varietal fue sumamente importante representado por C.P. 48-03 en Salta y Jujuy y NA. 56-79 en Tucumán. Sin embargo, estas variedades no hubieran podido expresar su potencial si paralelamente no se hubiera desarrollado y difundido el control químico y mecánico-químico de malezas, base fundamental del máximo aprovechamiento de la fertilización nitrogenada (que se difundió en significativa escala).

4.2. RENDIMIENTO SACARINO POR CIENTO

En los gráficos 3 y 4 se observa claramente la tendencia ascendente de los rendimientos sacarinos durante la totalidad del periodo estudiado (1917-1985).

Como dijimos anteriormente, por razones fundamentalmente climáticas, los rendimientos son mayores en Argentina respecto a Tucumán (influencia de Salta y Jujuy) habiendo alcanzado en ambos casos desde mediados de la década del 60, valores similares a los que obtienen países mejor ubicados ecológicamente.

Este es un resultado claro de la influencia del progreso tecnológico en el que la variedad, tiene importancia decisiva.

4.2.1. Primer subperíodo (1917-1941)

En el gráfico 3, la curva de tendencia, indica un considerable incremento del rendimiento sacarino por ciento en Tucumán, que alcanza al 36,09 % en 1941 respecto a 1917. En el caso de Argentina (gráfico 4) dicho incremento es del 33,06 %.

El factor tecnológico de mayor incidencia, es la variedad. En efecto, las variedades "criollas" muy sensibles a las heladas y susceptibles al "mosaico", fueron sustituidas por POJ 36 y POJ 213, que permitieron afrontar las intensas heladas de 1918, 1920, 1921 y otras que se registraron en este ciclo.

4.2.2. Segundo subperíodo (1942-1960)

En los gráficos 3 y 4, se observa una tendencia decreciente de los rendimientos sacarinos, tanto en Tucumán como en todo el país.

También en este caso, la influencia de la variedad como elemento tecnológico es fundamental.

El epifitio del "carbón" (*Ustilago scitaminea* S) que ocurrió a comienzos de este periodo, llevó a sustituir apresuradamente la POJ 36 y la POJ 213, por las Tuc. de semillero y otras importadas con poca resistencia a heladas (Tuc. 2645) o bajo rendimiento sacarino (Co. 421).

Podría aceptarse también la incidencia de un factor adicional relacionado con el régimen de compra-venta de caña de esa época que no privilegiaba en el precio el mayor rendimiento sacarino, aunque esto no es objeto de nuestro análisis.

4.2.3. Tercer subperíodo (1961-1985)

La tendencia en este subperíodo (gráficos 3 y 4) indica una sensible tendencia al incremento del rendimiento sacarino del orden del 29,03 % en Tucumán, y 24,47 % en el país.

El cambio varietal es el factor preponderante representado en Tucumán por NA. 56-79, NA. 63-90 y Tuc. 68-19 y en Salta y Jujuy por C.P. 48-103 y NA. 56-62.

Se puede afirmar asimismo que la semimecanización y mecanización de la cosecha y el transporte disminuyendo las pérdidas que ocasiona la demora entre corte y molienda, fueron factores positivos.

Por otra parte, el efecto del mejor control de malezas y mayor uso de fertilizantes permitieron mantener buenas producciones por hectárea, lo que indirectamente influyó sobre la protección de los cañaverales en caso de fuertes heladas (1975).

Solamente mencionaremos en este trabajo, otros factores concomitantes como la modernización de los ingenios, ampliación de la capacidad diaria de molienda, con el consiguiente acortamiento de la zafra, que seguramente favorecieron los niveles de rendimientos alcanzados.

4.3. AZÚCAR POR HECTÁREA

El azúcar por hectárea, es el parámetro más adecuado para estudiar la evolución de la producción de caña de azúcar a través del tiempo ya que en su cálculo intervienen caña por hectárea y rendimiento sacarino.

La tendencia de la curva "azúcar por hectárea" correspondiente al período total 1917-1985 (gráficos 4 y 5) demuestra tanto para Tucumán como para el país, incrementos del 110,95 % y 154,96 % respectivamente.

El análisis de las tendencias de las curvas de caña/ha. y rendimiento sacarino por ciento para dicho período indica que en el logro de los resultados antedichos el componente caña/ha. tuvo mayor influencia que el rendimiento sacarino por ciento.

La explicación tecnológica se refiere a que caña/ha. es más sensible a la aplicación de recursos tecnológicos por acción del hombre, que ren-

dimiento sacarino por ciento, que significa la decodificación de un mensaje genético bastante preciso y por consiguiente limitado.

Un ejemplo claro, es el manejo de la competencia de malezas que influye marcadamente sobre caña/ha. pero muy levemente sobre el rendimiento sacarino por ciento.

4.3.1. Primer subperíodo (1917-1941)

El aumento que registra la tendencia se debe al incremento de los rendimientos sacarinos por ciento, ya que caña/ha. mostró en Tucumán una tendencia negativa y en el país, levemente positiva.

La causa principal fue el cambio varietal tal como lo expresan las informaciones históricas de los períodos.

Podría resultar paradójico el hecho de la disminución en Tucumán o leve incremento en el país de caña/ha., si se tiene en cuenta el desarrollo y puesta a punto de tecnologías de producción como preparación de suelos, plantación, cultivo mecánico, fertilización, riego y manejo de cosecha que ocurrieron en este período. Sin duda que su aplicación fue lenta y vacilante sobre todo en Tucumán por su estructura socioeconómica y de tenencia de la tierra que ya se mencionara.

4.3.2. Segundo subperíodo

El incremento que se manifiesta en la tendencia en este subperíodo, se debe a caña por hectárea, ya que su rendimiento global por ciento disminuyó en este período.

Los valores de azúcar por hectárea de este lapso, son los más bajos del período total (1917-1985) que se estudia en este trabajo.

En páginas anteriores se explicaron las causas del comportamiento de los componentes de este parámetro.

4.3.3. Tercer subperíodo

En este subperíodo se registra una marcada tendencia al aumento de los valores de azúcar por hectárea tanto en Tucumán como en Argentina.

Esto obedece en primer lugar al incremento del rendimiento sacarino y

en segundo lugar a caña por hectárea que desde 1960 estabiliza sus magnitudes en los niveles más altos del período total.

Las causas de ambos comportamientos fueron dadas anteriormente.

Comienza de esta manera a presentarse la situación a la que debe tenderse en el futuro, esto es, que los incrementos de azúcar/ha. se produzcan por el aumento paralelo de sus componentes, los que, por vía tecnológica deben optimizarse en el futuro.

5) CONCLUSIONES

La industria azucarera argentina cuya base es la producción de caña de azúcar ha sido frecuentemente enjuiciada por la opinión pública nacional, calificándola de marginal e ineficiente, especialmente en lo que se refiere a Tucumán.

Estas aseveraciones son superficiales y muchas veces tendenciosas si se tienen en cuenta los incrementos de azúcar por hectárea logrados entre 1917 y 1985 que, por otra parte, muestran una clara tendencia ascendente para los próximos años.

Los modernos conceptos de producción de caña de azúcar que tienden al máximo aprovechamiento de la energía solar mediante la adopción de tecnologías adecuadas, indican que hay todavía un margen amplio para alcanzar más elevados niveles de producción de caña por hectárea.

La generación y adaptación de tecnologías producidas en el período 1917-41 y 1981-85 produjeron en Jujuy niveles de azúcar por hectárea que están entre los más altos del mundo para cosechas de doce meses. En escala algo menor, ocurre lo mismo en Salta. Debe recordarse lo ya expresado sobre la estructura de tenencia de la tierra en ambas provincias, con grandes explotaciones de nivel empresario lo que permitió la aplicación general de las tecnologías mencionadas.

En el caso de Tucumán, a pesar de haber sido y continuar siendo en la actualidad el centro de mayor jerarquía en lo referente a investigación y

desarrollo tecnológico, su estructura socio-económica y de tenencia de la tierra, obstaculizaron la incorporación masiva de los aportes científicos y técnicos de sus instituciones específicas.

Sin embargo la tendencia de los valores de azúcar por hectárea del último subperíodo indican con claridad la influencia favorable de los factores tecnológicos, entre los que se destacan variedad, control de malezas y fertilización, en ese orden. El riego, factor altamente significativo en la producción, se utiliza en Tucumán poco y empíricamente.

Los sistemas mecanizados y semi-mecanizados de cosecha y carga, así como los progresos en transporte difundidos desde mediados del tercer subperíodo, implicaron reducción de costos, lo que permitió volcar mayores esfuerzos en la producción de azúcar por hectárea.

A pesar de no ser objeto de este estudio, cabe mencionar que no se debe pasar por alto la influencia negativa que tuvo la política azucarera nacional, a través de los regímenes de compraventa de caña, especialmente en el segundo subperíodo. Es a partir de 1967 cuando comienza a pagarse la materia prima en base a pol por ciento en caña estimulando la caridad.

La revisión histórica de antecedentes y sucesos descriptos en cada subperíodo frente a las tendencias seculares registradas por los componentes de la producción por hectárea, indican fehacientemente la relación positiva entre desarrollo tecnológico y producción, lo que obliga a mantener e incrementar las estructuras actuales de investigación, base y fundamento de la productividad por hectárea de la caña de azúcar.

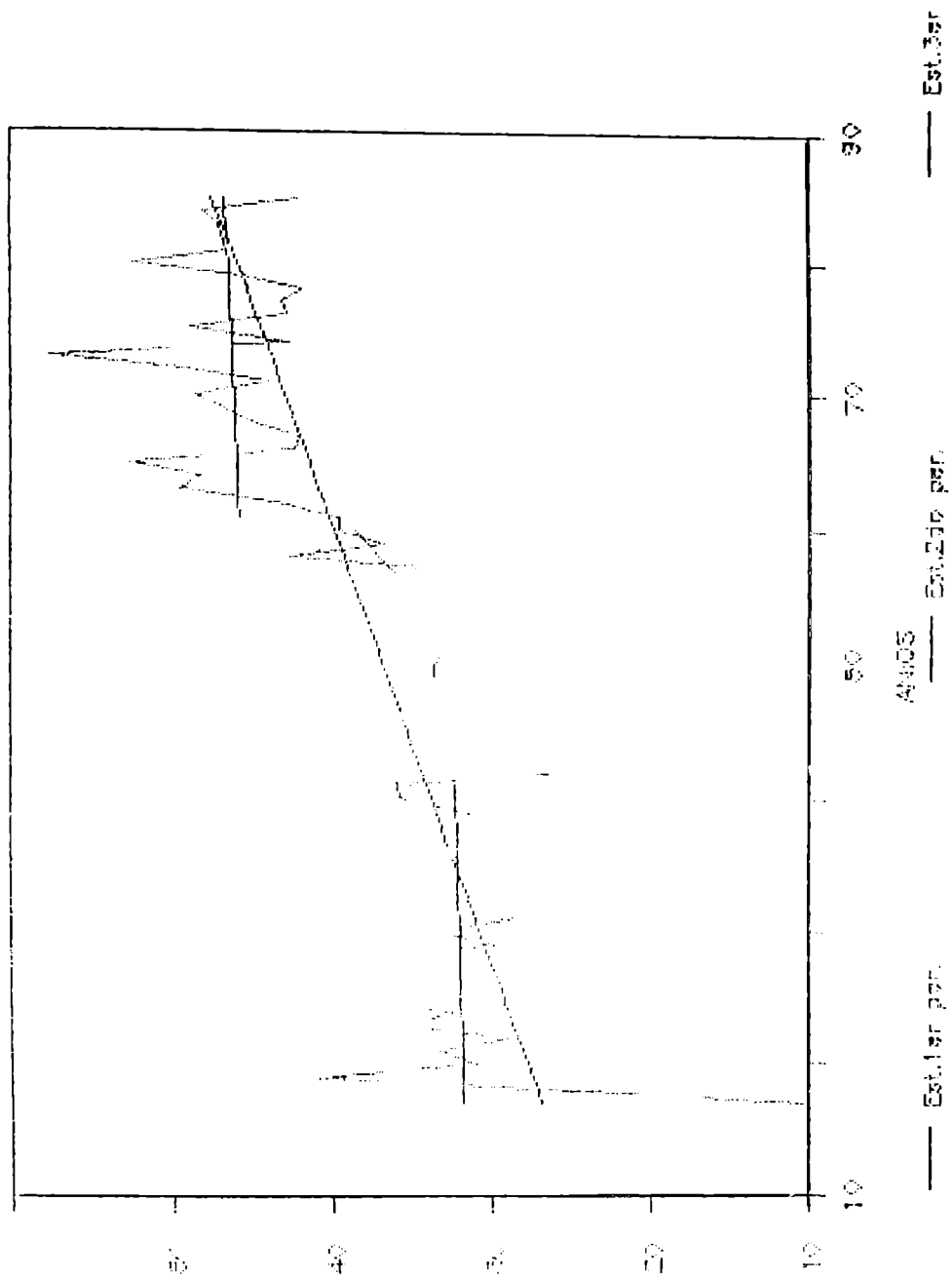
AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento a la Lic. María Francisca Cerrizuela de López y al Ing. Agr. J. Manzur por la determinaciones estadísticas.

Al Sr. F. Cerrizuela por su trabajo de procesamiento del texto.

GRAFICO 1

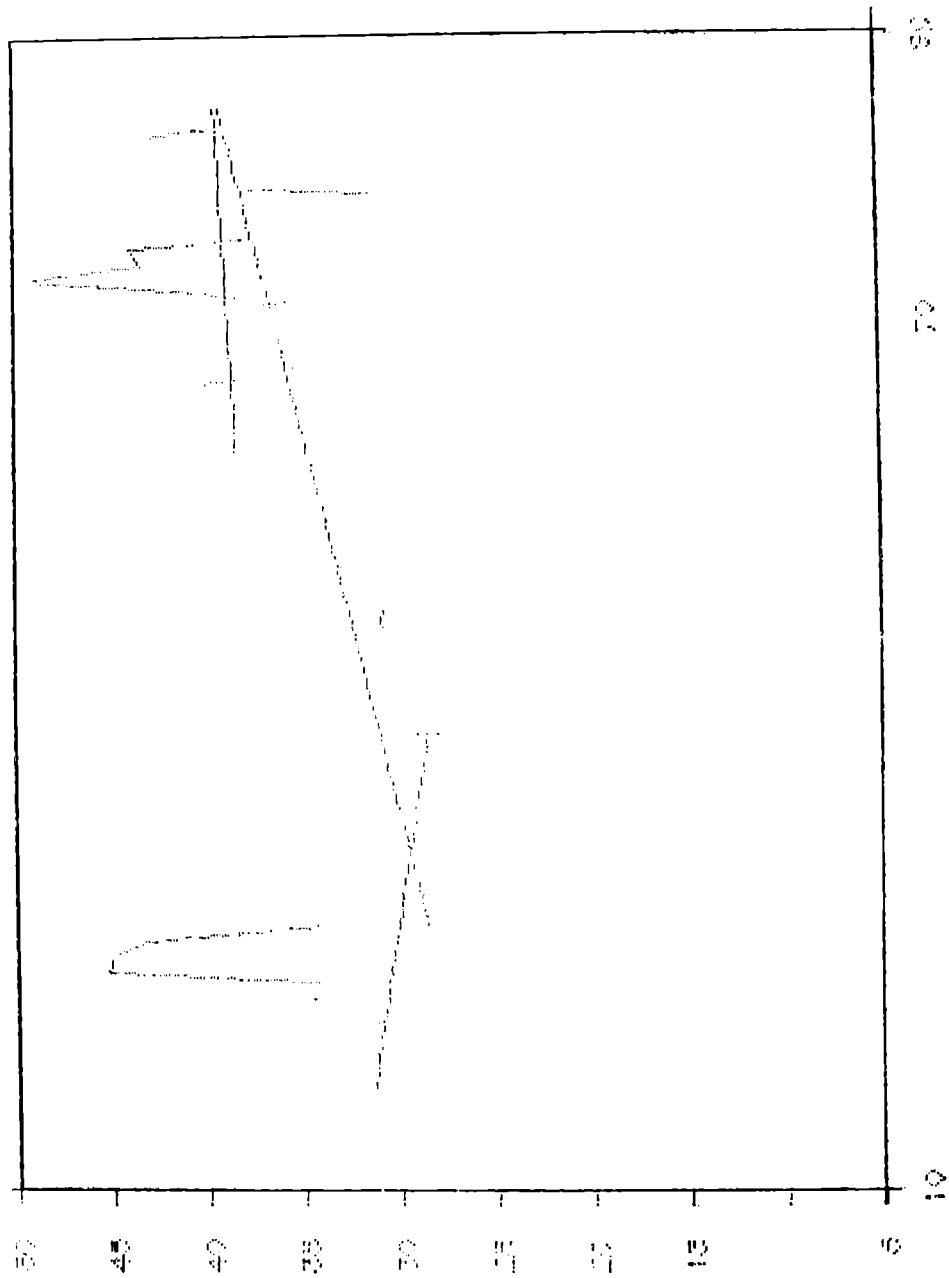
ARGENTINA CAÑA/HA.



$\gamma = 21,68286 + 0,3027034 X; \gamma = 31,42669 + 0,02034856 X; \gamma = -5,354942 - 0,7305613 X; \gamma = 43,56686 + 0,03620192 X$

GRÁFICO 2

TUCUMAN CAÑA/HA.

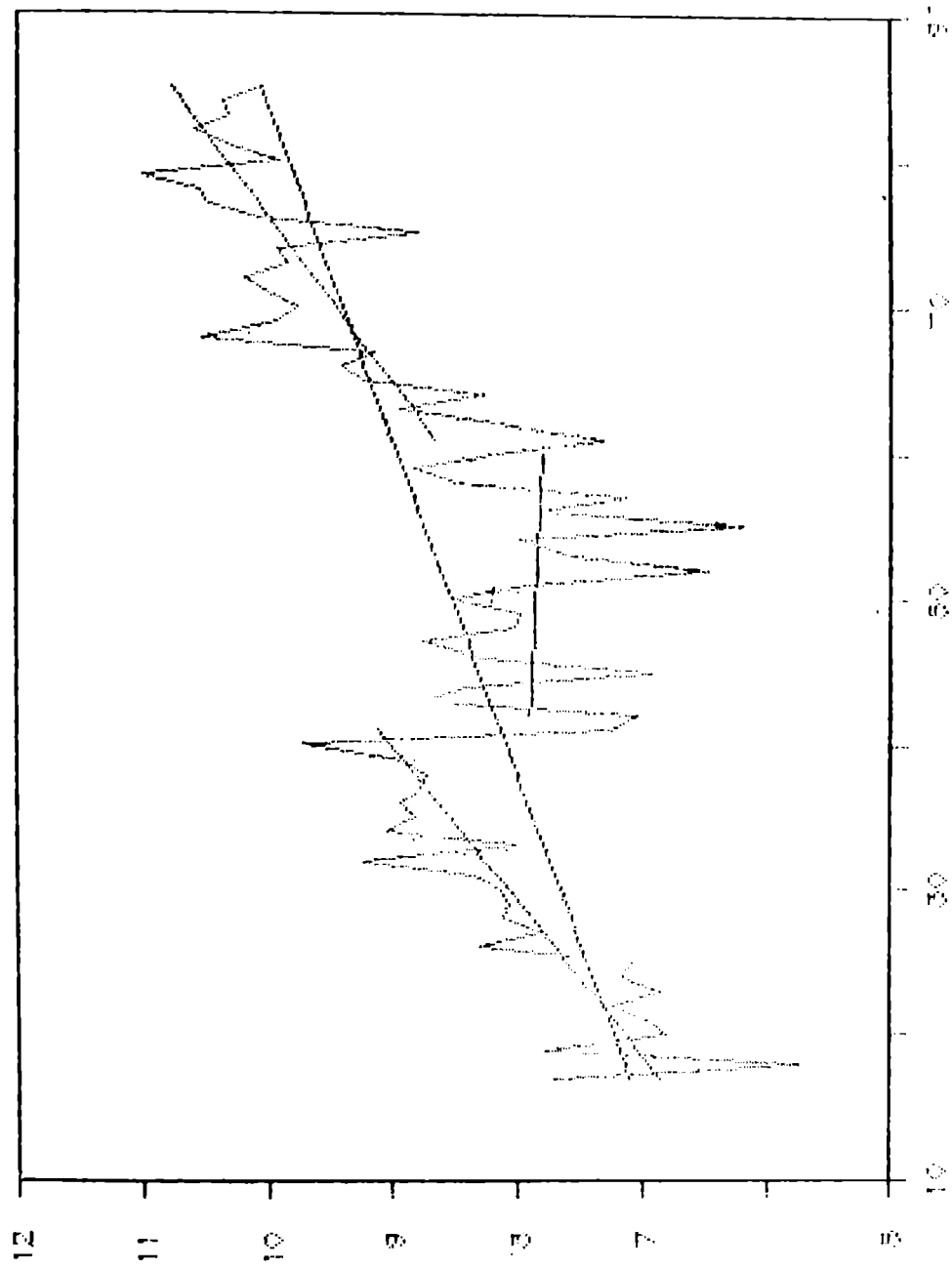


4,733

$$\gamma = 23,28969 + 0,1870337 X \quad \gamma = 33,472 - 0,1205379 X \quad \gamma = 1,075764 + 0,539328 X \quad \gamma = 35,76251 + 0,043088 X$$

GRAFICO 3

TUCUMAN RTO %



$$\gamma = 6,367572 + 0,04340086 X; \gamma = 5,250209 + 0,09446176 X; \gamma = 8,146276 - 0,005685478 X \quad \gamma = 3,273733 + 0,08839886 X$$

GRAFICO 4

ARGENTINA RTO. %

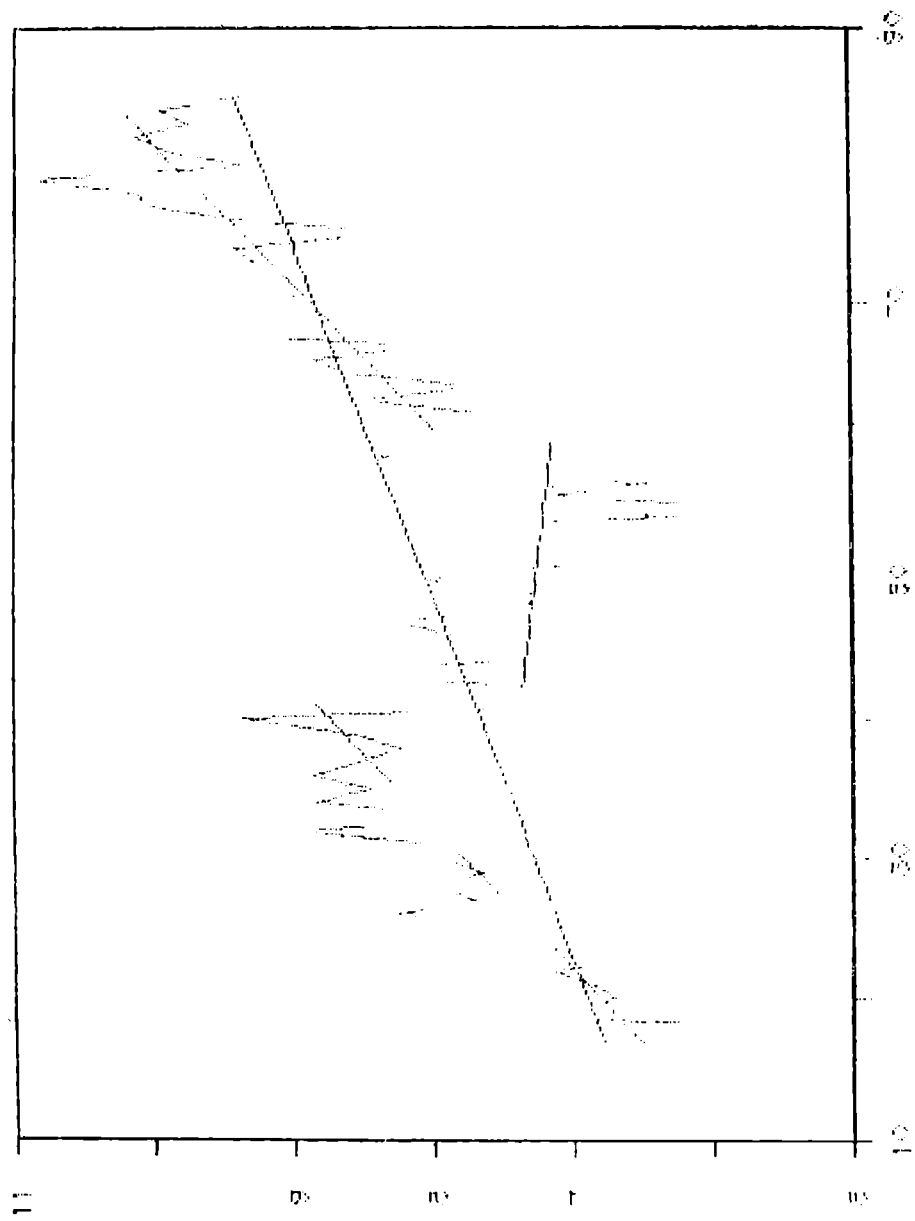
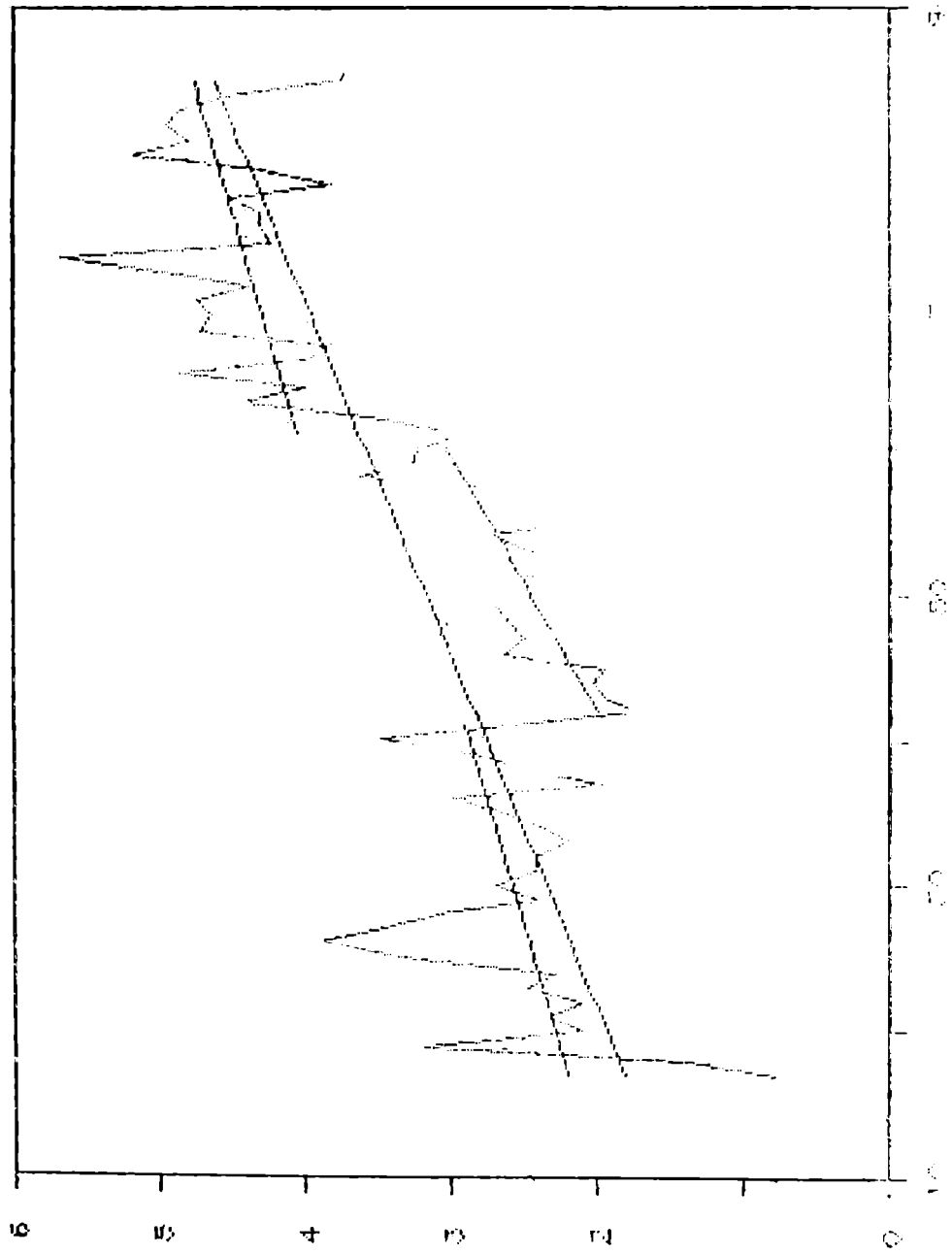


GRAFICO 5

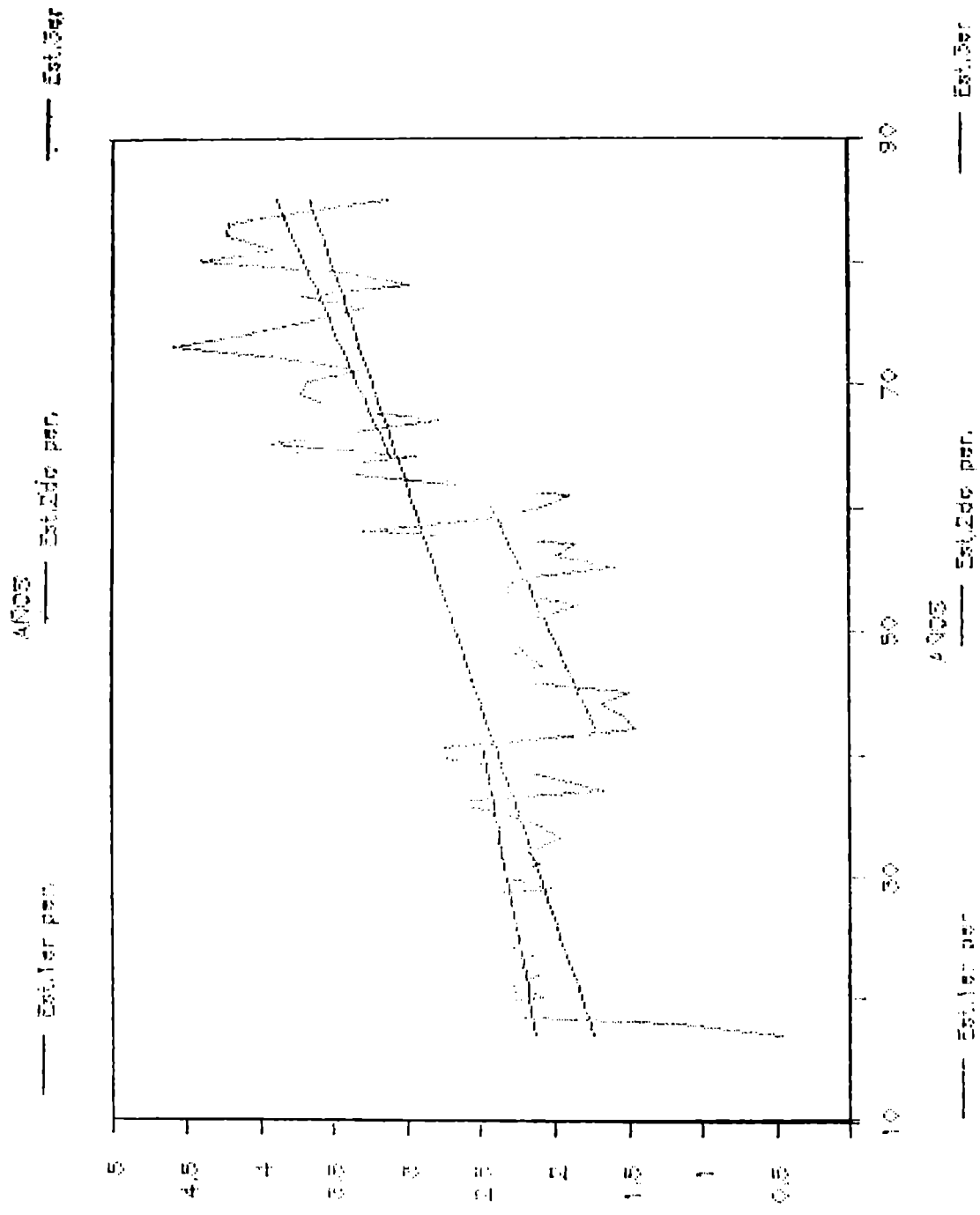
ARGENTINA AZUCAR/HA



$$\gamma = 1,109167 + 0,04126384 X; \gamma = 1,70158 + 0,02940758 X; \gamma = 0,4472449 + 0,05796455 X \quad \gamma = 2,250974 + 0,02955379 X$$

GRAFICO 6

TUCUMAN AZUCAR/HA.



$$\gamma = 1,252381 + 0,02827953 X; \quad \gamma = 1,873216 + 0,0150615 X; \quad \gamma = 0,06133127 + 0,03938567 X; \quad \gamma = 0,08709538 + 0,03675406 X$$

BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo (1965), Herbicidas en el control de malezas, IDIA, Supl. N° 8: 21-24.
2. Antoni, H. (1965), Estudio de inducción de floración de variedades de caña de azúcar mediante tratamiento y fotoperíodos y temperaturas controladas, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán.
3. — (1974), Obtención de nuevos clones de caña de azúcar a partir de tejidos somáticos mediante cultivo "in vitro" de tejidos, Rev. Agr. del N. O. Argentino XII (1-2): 79-94.
4. Arévalo, R. A. (1976), Evaluación de los avances en los estudios de matología de la caña de azúcar en la República Argentina, Fac. de Agronomía y Zootecnia, UNIT, Miscelánea N° 56: 35 pp.
5. Argentina (Tuc.) (Archivo Histórico), vol. 5, fs. 193-200.
6. Cerrizuela, E. (1962), Malezas y caña de azúcar, IDIA, Supl. N° 8: 20-21.
7. — et al. (1965), Influencia de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán, 43 (23): 1-12.
8. — ; Hemsy, V. y Fogliata, F. (1967), Analizan Profesores de la U.N.T. el futuro de la agricultura cañera, Diario Noticias, 13 de marzo de 1967, S. M. de Tucumán.
9. — y Arévalo, R. A. (1969), Investigaciones sobre plantación mecánica en caña de azúcar, Informe Preliminar, Resúmenes de las II Jornadas Nacionales de Caña de Azúcar, Tucumán.
10. — (1970), La Mecanización de la Cosecha de la caña de azúcar en la Rep. Argentina, Fitotecnia Latinoamericana 7 (2): 121-127.
11. — y Arévalo, R. A. (1972), Efectividad de la Plantación mecánica en caña de azúcar, Fitotecnia Latinoamericana 8 (3): 121-127.
12. — et al. (1977), Mecanización de la caña de azúcar, Geplacea, Boletín N° 1.
13. Cossio, R. P. e Hinojo, J. M. (1975), Estudio Económico de los sistemas de cultivo de la caña de azúcar en el Depto. Burruyacu (Tucumán), Rev. Ind. y Agr. de Tucumán 52 (1): 2-10.
14. Cross, W. y Behle, J. A. (1914), El deterioro de las cañas cortadas, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán V: 277-290.
15. Cross, W. (1916), Ultimos progresos de la agricultura azucarera y de la fabricación de azúcar. Cosecha de la caña de azúcar por medio de maquinarias, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán VI: 411-413.
16. — y Harris, W. G. (1916), La deterioración de las cañas cortadas, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán VII, 219-250.
17. — (1917), Estudios relacionados con la experimentación en caña de azúcar. I, Variedades, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán 5 (1-2).
18. — (1917), Estudios relacionados con la experimentación en caña de azúcar. III, El Cultivo, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán 8 (5-6): 112-135.
19. — (1919), Los ensayos con abono para la caña de azúcar (1918-1919), Rev. Ind. y Agr. de Tucumán IX: 170-178.
20. — (1919), El deterioro de las cañas cortadas, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán X: 54-55.
21. — (1924), Procedimiento para extirpar el pasto ruso (**Shorgum halepense**), Rev. Ind. y Agr. de Tucumán XV: 80.
22. — (1925), Métodos para combatir la grama Bermuda, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán XVI: 122-123.
23. — (1932), Notas sobre la cultura agronómica de Tucumán en su régimen y desenvolvimiento en los últimos 50 años, E.E.A.T., Boletín N° 20.

24. — (1933), Sobre la cosecha mecanizada de la caña, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán, vol. XXIII: 116.
25. — (1960), Informe sobre la industria azucarera de la Argentina en los últimos 10 años, La Industria Azucarera, año LXVI, N° 802: 391-395.
26. Deer, N. (1949), The history of sugar, Chapman and Hall, Ltd., Londres, 258 pp.
27. Durand Cornejo, D. C. (1956), D. Juan A. Fernández Cornejo, Conquistador del Bermejo y fundador de la Industria Azucarera Argentina, Ed. del autor, 13 pp.
28. Estación Experimental Agrícola de Tucumán (1971), Memoria Anual 47-50.
29. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (1986), Memoria Anual 25-26.
30. Facultad de Agronomía y Zootecnia - U.N.T. (1966), Rev. Agr. N. O. Argentino 5 (1-2).
31. Fernández de Ullivarri, R. (1958), Panorama de la Industria Azucarera Argentina, Rev. Argentina de Agronomía, Buenos Aires, diciembre de 1958.
32. — y Guerineau, C. M. (1960), Zonas para la futura expansión azucarera argentina, IDIA, febrero de 1960.
33. — (1962), Influencia de la época y profundidad de plantación en los rendimientos de caña de azúcar por hectárea, IDIA, Supl. N° 8: 26-27.
34. — (1962), Influencia de las distancias entre surcos en el rendimiento cultural y fabril de la caña de azúcar, IDIA, Supl. N° 8: 28-31.
35. — (1980), Informe final del Programa "Obtención de semilla sexual de caña de azúcar por hibridación bajo condiciones controladas", Dirección Nacional del Azúcar, Inédito.
36. Fogliata, F. (1967), Requerimiento de agua en "caña planta", Rev. Ind. y Agr. de Tucumán 1 (45): 13-26.
37. — (1970), Experiencias de Fertilización efectuadas en la República Argentina. I, Parte, La Industria Azucarera 75 (913): 87-95.
38. — (1970), Experiencias de Fertilización efectuadas en la República Argentina. II, Parte, La Industria Azucarera 76 (914): 117-124.
39. — (1970), Experiencias de Fertilización efectuadas en la República Argentina, Última Parte, La Industria Azucarera 76 (915): 181-187.
40. — (1974), Sugarcane Irrigation in Tucumán, Proc. I.S.S.C.T. 15: 655-677.
41. Granillo, A. (1947), Provincia de Tucumán, 1872, Seg. ed., Serie V, vol. I, Archivo Histórico de la Nación.
42. Guerineau, C. M. y Scarsi, M. A. (1964), Nuevas variedades de caña de azúcar promisorias para la provincia de Tucumán, E.E.A.T., Boletín N° 96: 1-15.
43. Haro, M. S. (1979), Los medios de transporte de la caña de azúcar en Tucumán, La Industria Azucarera 86 (990): 226-231.
44. López, F. G. (1962), Influencia de distintas épocas de plantación en el rendimiento cultural y fabril de la caña de azúcar, IDIA, Supl. N° 8: 24-25.
45. Mariotti, J. A. (1970), Estimaciones de repetibilidad y asociaciones entre caracteres de cinco poblaciones híbridas de caña de azúcar, Fitotecnia Latinoamericana 7 (2): 129-138.
46. — et al. (1977), El mejoramiento genético de la caña de azúcar, Programa de Trabajo de la Estación Agrícola de Tucumán, Situación Actual y perspectivas, E.E.A.T., Boletín N° 125, 13 pp.
47. — (1982), Caña de azúcar. El éxito de las variedades argentinas mejoradas, Avance Agroindustrial 3 (11): 11-13.
48. — et al. (1983), Dificultades y progresos en el mejoramiento de la caña de azúcar, Rev. Tec. Agr. INTA 3 (4): 1-14.
49. Memoria Anual 1942 (1943), Rev. Ind. y Agr. de Tucumán, tomo XXXIII, N° 4-6.
50. Minetti, J. L. et al. (1982), Impacto del clima sobre la producción de caña de azúcar en Tucumán, E.E.A.I.O.C., Miscelánea N° 72, 48 pp.

51. Posse, D. (1945), Caña de azúcar. Nuevos métodos de cultivo, Ed. La Raza, Tucumán, 113 pp.
52. Revista Azucarera (1898), año IV, N° 45: 16-20.
53. Rosenfeld, A. (1914), Cultivo racional de la caña de azúcar, Rev. Ind. y Agr. de Tucumán, año V, N° 2: 47-49.
54. — (1915), Los ensayos de abono en la Estación Experimental Agrícola de Tucumán, vol V, 323-361.
55. Schelee, E. (1943), Los grandes pioneros de la Argentina. La obra económico-social de don Alfredo Guzmán, Buenos Aires.
56. — (1945), Noticias históricas sobre el azúcar en la Argentina, 368 pp.
57. Simois, D. L. (1916), La Industria Azucarera Tucumana, presente y porvenir, Inédito, 14 pp.
58. Terán, J. B. (1964), La Universidad y la Vida, Obras completas, tomo I, serie II, Educación, Ediciones del Cincuentenario, U.N.T. San Miguel de Tucumán.
59. Van Gigch, F. et al. (1959), Manejos de fincas cañeras en Tucumán, IDIA, N° 142.
60. Vergara, M. A. y Picchetti, J. (1933), El cultivo y la elaboración de caña de azúcar en la jurisdicción de Jujuy, siglos XVII a XIX, Boletín del Instituto de Investigaciones Históricas de Buenos Aires, tomo XVI, N° 55-57, enero-septiembre de 1933.